



②① Aktenzeichen: P 39 37 707.5  
②② Anmeldetag: 13. 11. 89  
④③ Offenlegungstag: 16. 5. 91

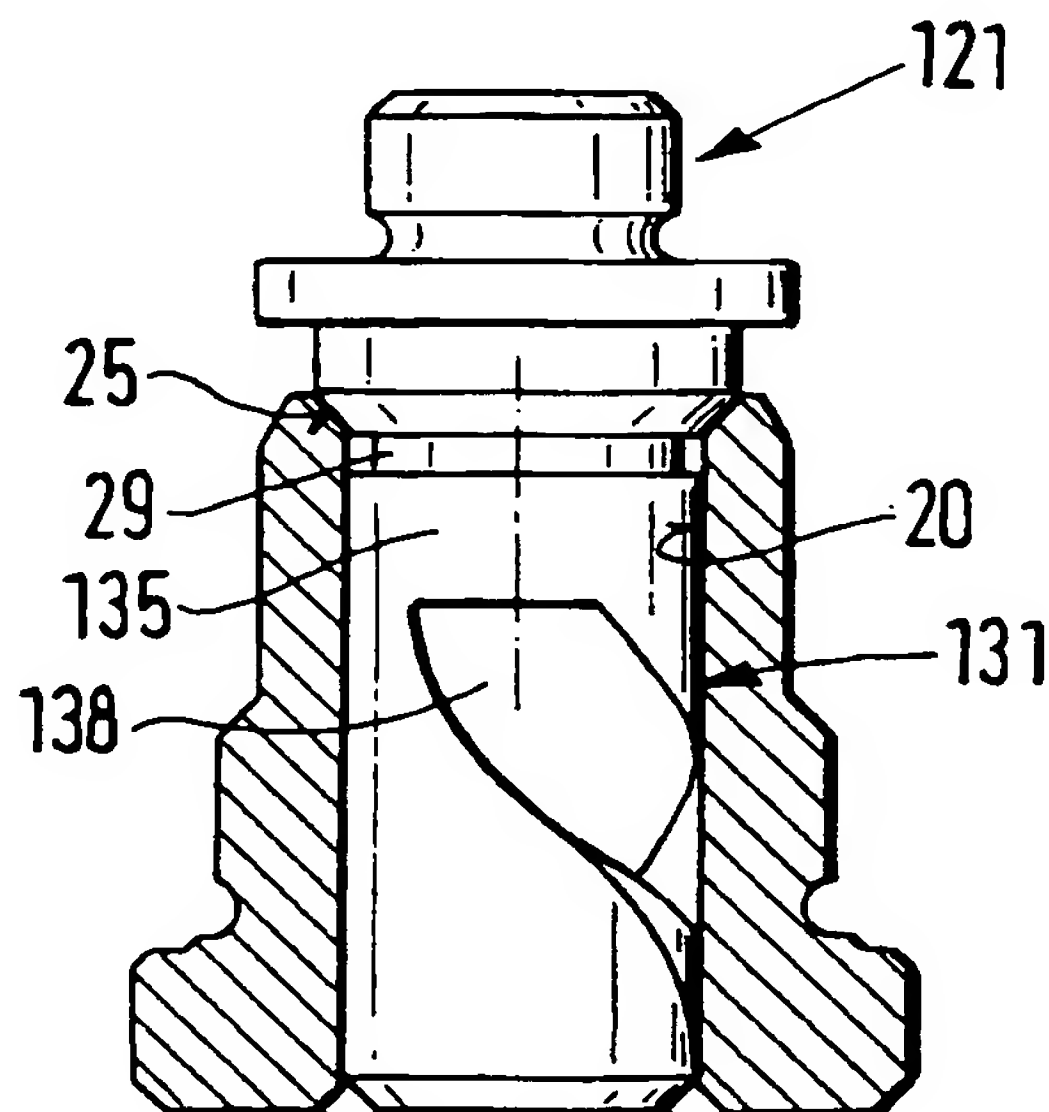
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑥① Zusatz zu: P 38 43 819.4

⑦② Erfinder:  
Oberl, Johann, 7141 Murr, DE; Schmidt, Hermann,  
Dipl.-Ing. (FH), 7410 Reutlingen, DE; Lutz, Rolf, 7411  
Rommelsbach, DE

⑤④ Druckventil

Es wird ein Druckventil vorgeschlagen, das in die Förderleitung (7, 7'), die von einer Kraftstoffeinspritzpumpe zu einem Kraftstoffeinspritzventil (8) führt, eingebaut wird und ein in Förderrichtung öffnendes Ventilschließglied (121) aufweist, das mit einem Rücksaugbund (135) versehen ist. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Einspritzung, insbesondere eines gleichmäßigen Einspritzverlaufes bei gegebener Last über der Drehzahl wird die Öffnungsrate des Verbindungsquerschnitts am Ventilschließglied (121) dadurch gesteuert, daß unmittelbar anschließend an den Rücksaugbund (135) ein Steuerbund gleichen Durchmessers (136) vorgesehen ist, der an seinem Umfang eine wendelförmig verlaufende Ausnehmung (138) aufweist. Diese wird von einem das Ventilschließglied (121) führenden Durchgangskanal (20) begrenzt und weist einen definierten Durchgangsquerschnitt auf, der insbesondere in der Größenordnung des Querschnitts der Förderleitung liegt. Mit dem Steuerbund (136) arbeitet eine Austrittskante (122) des Durchgangskanals (20) zusammen und gibt mit zunehmendem Hub einen Verbindungsquerschnitt an der Ausnehmung (38) frei, der nie größer als der Durchgangsquerschnitt wird.



## Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Druckventil nach der Gattung des Hauptanspruchs aus. Bei einem solchen durch die DE-AS 12 36 863 bekannten Druckventil ist der Rücksaugbund durch eine Ringnut von dem Bund getrennt, der wenigstens eine Ausnehmung, im vorliegenden Falle zwei, aufweist. Diese Ausnehmung ist als Anschliff ausgeführt und verbleibt in jeder Stellung des Schließgliedes des Druckventils innerhalb der Durchgangsbohrung. Das Schließglied hat eine kegelförmige Dichtfläche am pumpenarbeitsraumseitigen Ende und auf der Federraumseite einen festen Anschlag, an den es bei einer sehr weich ausgeführten Druckfeder mit jedem Öffnungshub des Schließgliedes zur Anlage kommt. Die am Schließglied vorgesehene Ausnehmung, die somit immer einen konstanten Durchströmquerschnitt aufweist, ist als Drosselquerschnitt ausgebildet. Die Aufgabe dieses Drosselquerschnitts ist es, daß das Druckventilschließglied am Ende der Einspritzung nach Schließen der Einspritzdüse schneller in seine Schließstellung bewegt wird, da die in der Förderleitung reflektierten Druckwellen am Drosselquerschnitt einen Durchströmwiderstand finden, der sich als Schließkraft auf das Schließglied in Unterstützung der Druckfeder auswirkt. Aufgrund der unterschiedlichen Förderraten bzw. Fördergeschwindigkeit des Brennstoffs durch das Druckventil bzw. die Förderleitung bei Leerlaufbetrieb einerseits und Vollastbetrieb bei hoher Drehzahl andererseits ergibt sich, daß die Auswirkung der Drosselstelle auf die Schließbewegung des Schließgliedes in Richtung Leerlaufbetrieb abnimmt, da die Druckwelle verhältnismäßig schwach ausgebildet ist, der Drosselquerschnitt dieser Druckwelle also einen geringeren Widerstand entgegensetzt und über die Zeiteinheit mehr Kraftstoff durch die Drossel abfließen kann. Dementsprechend wird das Schließglied langsamer geschlossen und es wird demgemäß bei Leerlaufbetrieb ein größerer Anteil des durch das schließende Ventil freigegebenen Volumens der Förderleitung durch Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum ersetzt als dies bei Vollast- oder Teillastbetrieb der Fall ist, so daß sich die Druckminderung in der Förderleitung von einem geringsten Betrag bei Leerlaufbetrieb bis zu einem größten Betrag bei Vollastbetrieb verändert.

Ein solches Druckventil dient somit der Steuerung des Restdruckes in der Förderleitung und Angleichung der Kraftstofffördermenge in Abhängigkeit von der Einspritzmenge und der Drehzahl. Die beim Absteuerstoß wirksame Drossel wirkt sich zugleich während der Förderphase der Kraftstoffeinspritzpumpe auf die Einspritzrate aus und verringert die Kraftstoffeinspritzmenge bei Vollast mit zunehmender Drehzahl.

Bei bekannten Druckventilen, bei denen das Schließglied einen Rücksaugbund aufweist und nicht bei jedem Fördervorgang an einen festen Anschlag laufen, ist der dem Rücksaugbund pumpenarbeitsraumseitig sich anschließende, vom Schließglied freigelassene Durchgangsquerschnitt in der Durchgangsbohrung sehr groß ausgeführt, insbesondere größer als der freie Querschnitt der sich anschließenden Förderleitung. Bei solchen Ventilen geben sich stark unterschiedliche Einspritzmengen bei konstant eingestellter Hochdruckförderung der Kraftstoffeinspritzpumpe. Diese unterschiedlichen Kraftstoffeinspritzmengen können insbe-

sondere bei einer Verteilereinspritzpumpe nicht durch entsprechende Einstellung des wirksamen Förderhubes des Pumpenkolbens korrigiert werden, da alle Einspritzstellen der Brennkraftmaschine von einem einzigen Pumpenarbeitsraum im Wechsel versorgt werden und dementsprechend die Mengensteuerung für alle Einspritzstellen gleich sein muß, vorausgesetzt, daß nicht eine Einspritzmengensteuereinrichtung verwirklicht wird, die die Einspritzmenge pro Fördertakt des Pumpenkolbens individuell steuert. Eine solche Steuerung ist jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Eine Mengenbeeinflussung kann auch durch andere sekundäre Maßnahmen vorgenommen werden, wie z. B. Hubbegrenzungen des Druckventils, was aber wiederum nicht den über den gesamten Betriebsbereich der Kraftstoffeinspritzpumpe erwünschten gleichmäßigen Effekt ergibt und zudem ebenfalls sehr aufwendig ist.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Druckventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die vorerwähnten Mengenstreuungen mit einer einfachen Maßnahme verhindert werden können. Insbesondere wird dabei das Öffnungsverhalten des Druckventilschließgliedes beeinflusst. Bei einem Druckventilschließglied, das in bekannter Weise den Rücksaugbund und einen sich anschließenden sehr großen Durchtrittsquerschnitt pumpenarbeitsraumseitig aufweist, wird mit dem Austausch des Rücksaugbundes aus dem Durchgangskanal ein ringförmiger Verbindungsquerschnitt aufgesteuert, der bei wenigen Zehntel Millimetern des Austauschhubes bereits einen Querschnitt freigibt, der größer ist als der freie Querschnitt der sich anschließenden Förderleitung. Durch den Öffnungsvorgang ergibt sich daraus ein Überspringen des Öffnungshubes in Richtung eines größeren Verbindungsquerschnittes als es für die Förderung der derzeit bestehenden Förderrate notwendig wäre. Anschließend schwingt aufgrund des Druckaufbaues in der Förderleitung das Druckventil wieder zurück und unterbindet die Förderung solange bis es wieder aufgestoßen wird. Aufgrund dieses Schwingvorganges ergeben sich Einbrüche in der Fördercharakteristik über die Förderdauer des jeweiligen Förderhubes des Pumpenkolbens bzw. über die Einspritzdauer. Je nach Auslegung der Förderstrecke an den einzelnen Einspritzstellen ergeben sich hieraus unterschiedliche Mengenverteilungen und zudem auch unterschiedlich gewellte Mengenverläufe mit wechselnder Förderrate über der Drehzahl, was zu Beanstandungen führt. In der erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird das Überspringen dadurch vermieden, daß der Verbindungsquerschnitt zwischen Pumpenarbeitsraum und Förderleitung langsamer und mit zunehmender Förderrate kontinuierlich geöffnet wird, so daß bei der Förderung Druckspitzen und Drucksenkungen vermieden werden, die beim Druckventil gemäß dem Stand der Technik zu dem welligen Mengenverlauf geführt haben. Dabei stellt die Ausnehmung insgesamt keinen Drosselquerschnitt dar, da der freie Durchschnittsquerschnitt mit zunehmender Förderrate vergrößert werden kann und der Durchgangsquerschnitt und damit der maximale Verbindungsquerschnitt ungefähr gleich groß ist wie der freie Querschnitt der Förderleitung.

In vorteilhafter Weise verläuft die einzige Ausnehmung des sich bis zum pumpenarbeitsraumseitigen Ende des Schließgliedes erstreckenden Steuerbunds wen-

delförmig und diese Ausnehmung ist möglichst kompakt gestaltet, also mit möglichst kleiner Umfangsfläche bezogen auf die Querschnittsfläche. Damit wird eine Drosselwirkung der Ausnehmung vermieden, was sonst zu einer drehzahlabhängigen oder förderratenabhängigen Beeinflussung der Einspritzmenge führen würde. Durch den wendelförmigen Verlauf der Ausnehmung erfährt das Ventilschließglied beim Öffnen durch den Ausströmdrall über die Ausnehmung einen Drehantrieb, was ein eventuelles Klemmen oder Haken des Ventilschließgliedes verhindert. Durch die drallbehaftete Strömung entsteht beim Überströmen eine Turbulenz, die eine Kavitation am Ventilsitz und anschließenden Führungsteilen wesentlich mindert.

Besonders einfach läßt sich ein Druckventil-Schließglied nach Anspruch 9 fertigen.

#### Zeichnung

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel und Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einem erfindungsgemäßen zylindrischen Führungsteil am Schließglied des Druckventils und wendelförmig verlaufender Ausnehmung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein Druckventil 1, das in das Gehäuse 2 einer nicht weiter dargestellten Kraftstoffeinspritzpumpe eingeschraubt ist, die beispielsweise gemäß DE-OS 36 44 595 aufgebaut ist. Das Druckventil 1 weist einen Anschlußstutzen 4 auf, der an seinem einen Ende ein Außengewinde 5 hat und mit diesem in eine Gewindebohrung 6 im Gehäuse 2 eingeschraubt ist. Koaxial mündet in die Gewindebohrung vom nicht weiter dargestellten Pumpenarbeitsraum der Kraftstoffeinspritzpumpe her eine Förderleitung 7. Diese hat über das Druckventil 1 eine Verbindung zu einer weiterführenden Förderleitung 7', an deren Ende ein Einspritzventil 8 angeschlossen ist. Der Anschlußstutzen 4 ist im wesentlichen zylindrisch aufgebaut und hat eine axiale zylindrische Ausnehmung 9, die zur Einschraubseite hin offen ist. Koaxial zur zylindrischen Ausnehmung 9 geht von dieser eine Anschlußbohrung 11 ab, die in einem Anschlußnippel 12 des Anschlußstutzens mündet und die Ausnehmung 9 mit der Förderleitung 7' bzw. dem Einspritzventil 8 verbindet.

Vom pumpenarbeitsraumseitigen Ende her ist in die axiale Ausnehmung 9 ein rohrförmiger Ventilsitzkörper 14 eingesetzt, der an seinem pumpenarbeitsraumseitigen Ende einen Flansch 15 aufweist, über den er durch die pumpenarbeitsraumseitige Stirnseite 16 des Anschlußstutzens an einer Schulter 17 am Grund der Gewindebohrung 6 gehalten wird. Der Ventilsitzkörper 14 hat einen axialen Durchgangskanal 20, der an seinem Austritt zur Seite der Ausnehmung 9 eine Austrittskante 22 bildet, die in einen kegelförmigen Ventilsitz 19 übergeht. In den Durchgangskanal wird ein Ventilschließglied 21 des Druckventils geführt, das einen Kopf 24 aufweist, der eine kegelförmige Dichtfläche 25 hat, die bei Eintauchen des Ventilschließgliedes in den Durchgangskanal 20 zur Anlage an den Ventilsitz kommt. Der Kopf 24 des Ventilschließgliedes wird von der Kraft einer Druckfeder 26 beaufschlagt, die sich an der Stirnseite der Ausnehmung 9 abstützt und bestrebt ist, das Ventilschließglied in Schließstellung bzw. Anlage

am Ventilsitz zu halten. Der Kopf des Ventilschließgliedes zusammen mit dem Ventilsitzkörper schließen somit in der Ausnehmung 9 einen Federraum 28 ein. Der Ventilsitz kann aber auch am pumpenarbeitsraumseitigen Ende des Durchgangskanals 20 angeordnet sein, wobei dann die Dichtflächen an dem entsprechenden Ende des Ventilschließgliedes ausgebildet ist.

Die Dichtfläche 25 am Kopf des Ventilschließgliedes wird pumpenarbeitsraumseitig durch eine Ringnut 29 begrenzt, die andererseits an einem Bund 30 angrenzt. Dieser ist der Bohrung des Durchgangskanals im Durchmesser so angepaßt, daß er im Durchgangskanal dichtbleibend verschiebbar ist. An den Bund schließt sich pumpenarbeitsraumseitig ein Führungsteil 31 an, der durch Aussparungen 33 gebildete Führungsrippen 34 aufweist, die in dem Durchgangskanal 20 gleiten und eine kippfreie Bewegung des Ventilschließgliedes gewährleisten. Zwischen den Führungsrippen bilden die Aussparungen Durchlaßquerschnitte für Kraftstoff, der über die Förderleitung 7 in den Durchgangskanal 20 zum Bund 30 gelangt.

Der Bund 30 wird regelmäßig als Rücksaugbund oder als Entlastungsbund bezeichnet und soweit bisher beschrieben entspricht das Ventilschließglied dem eines bekannten Druckventils mit Rücksaugbund. Erfolgt vom Pumpenarbeitsraum her eine Hochdruckförderung, so wird der Querschnitt des Ventilschließgliedes 21 von dem Hochdruck beaufschlagt und das Ventilschließglied entgegen der Kraft der Druckfeder 26 verschoben. Dabei taucht der Bund 30 aus dem Durchgangskanal 20 aus und verdrängt zugleich bereits Kraftstoff in die Förderleitung 7' unter Erhöhung des dort herrschenden Restdruckes vor dem Einspritzventil 8. Bei Überschreiten eines bestimmten, durch den Öffnungsdruck des Einspritzventils gegebenen Druckes folgt die Kraftstoffeinspritzung. Bei ausgetauchtem Bund 30 kann der Kraftstoff an einem ringförmig gebildeten Verbindungsquerschnitt vorbei in den Federraum 28 und weiter zum Einspritzventil strömen. Bei Beendigung der Einspritzphase wird der Druck im Pumpenarbeitsraum abgesenkt. Dabei kehrt das Schließglied 21 unter Einwirkung der Druckfeder einerseits und dem in der Förderleitung 7' bzw. im Federraum 28 herrschenden Druck in seine Schließstellung zurück. Dabei taucht der Bund 30 an der Austrittskante 22 vorbei in den Durchgangskanal 20 ein und vergrößert dabei den ab dem Überdecken des ersten pumpenarbeitsraumseitigen Teils des Bundes 30 mit der Austrittskante 22 das zwischen Druckventilschließglied und Einspritzventil dann eingespernte Volumen unter gleichzeitiger Druckentlastung. Diese Arbeitsweise ist bekannt und braucht hier nicht näher beschrieben werden.

Abweichend von der üblichen Gestaltung solcher Druckventile ist nun der Bund 30 unterteilt in einen Rücksaugbund 35 und einen Steuerbund 36. Der Steuerbund weist an seinem Umfang eine Ausnehmung 38 auf in Form eines Anschliffes, deren zum Kopf 24 weisende Begrenzungskante parallel zur Austrittskante 22 liegt und die Höhe des Steuerbundes 36 bestimmt. Im übrigen geht der Steuerbund 36 nahtlos in den Rücksaugbund 35 über.

Die Ausnehmung 38 kann ein gerader Anschliff sein oder auch Anschliff mit kreisförmiger Begrenzungsfläche parallel zur Achse 40 des Ventilschließgliedes hin sein. Die Ausnehmung 38 bildet einen Durchgangsquerschnitt, der kompakt ausgebildet ist durch einseitige Anbringung der Ausnehmung 38 am Steuerbund 36. Außer einem Anschliff sind auch andere kompakte Ausneh-



mungsformen, die zusammen mit der Wand des Durchgangskanals 20 einen Durchgangsquerschnitt bilden, möglich.

Bei dem hier beschriebenen Druckventil wird der Verbindungsquerschnitt zwischen der Förderleitung 7 und Förderleitung 7' durch den Austauschgrad des Steuerbundes 36 aus dem Durchgangskanal 20 bestimmt. Bei Anheben des Schließgliedes gibt die Austrittskante 22 zunehmend einen Verbindungsquerschnitt frei, der aus dem Produkt von Austauschhub und der Länge der durchgangskanalseitigen Begrenzung der Ausnehmung 38 bestimmt ist. Beim Öffnen des Druckventils wird somit mit einem durch den Durchgangsquerschnitt 39 beeinflussten Hub der zur ungehinderten Förderung notwendige Verbindungsquerschnitt zwischen den Förderleitungsabschnitten 7 und 7' hergestellt. Der Durchlaßquerschnitt, der zwischen Ausnehmung und Durchgangskanal 20 gebildet wird, ist so klein wie möglich aber so groß, daß der Kraftstoff bei der höchsten Förderate so ungehindert durchfließen kann, wie das auch bei der entsprechenden dimensionierten Förderleitung der Fall ist. Das bedeutet, daß der maximale Durchgangsquerschnitt am Steuerbund etwa gleich groß ist wie der Durchtrittsquerschnitt der Förderleitung 7'. Dabei muß das Druckventilschließglied einen höheren Hub zurücklegen als dies beim eingangs diskutierten Stand der Technik erforderlich war. Die Höhe des Steuerbundes ist so bemessen, daß ein Teil desselben ständig innerhalb des Durchgangskanals 20 verbleibt und somit sicher ein gewünschter maximaler Durchgangsquerschnitt erhalten bleibt. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung wird somit gewährleistet, daß die höchste Kraftstoffeinspritzmenge ungehindert zur Einspritzstelle gelangt und daß der Verbindungsquerschnitt der jeweilig herrschenden Förderate so angepaßt ist, daß ein Überspringen der eingangs beschriebenen Art vermieden wird. Durch die zur Steuerung des Durchgangsquerschnitt notwendigen relativ großen Hübe wirkt sich ein leichtes Pendeln des Druckventilschließgliedes nicht mehr wesentlich auf die Kraftstoffeinspritzmenge bzw. den Einspritzmengeverlauf aus.

In Fig. 2 ist die zweite erfindungsgemäße Ausführungsform des Druckventils gezeigt. Hier wird in Weiterbildung zu Fig. 1 das Druckventilschließglied 121 so ausgebildet, daß auf die die Führungsrippen 34 bildenden Aussparungen 33 verzichtet wird, so daß der Führungsteil 131 nun ein in der Durchgangsbohrung 20 dicht gleitendes, zylindrisches Teil ist, das gegenüber der Dichtfläche 25 durch die Ringnut 29 abgegrenzt ist. An diesen Führungsteil ist zur Seite der Dichtfläche 25 hin der Rücksaugbund 135 ausgebildet, an dem sich eine Ausnehmung 138 in Form eines zur Achse des Druckventilschließgliedes parallelen, wendelförmig verlaufenden Anschliff anschließt. Der Anschliff erstreckt sich auf den Rest der Länge des Führungsteils und hat die Funktion der Ausnehmung 38 von Fig. 1. Dieser Teil des Ventilschließgliedes ist Führungsteil und zugleich der Steuerbund 136 entsprechend dem von Fig. 1. Ein solches Ventilschließglied läßt sich besonders leicht herstellen und weist die eingangs erwähnten Vorteile auf.

#### Patentansprüche

1. Druckventil zum Einbau in eine Förderleitung (7, 7') zwischen einem Pumpenarbeitsraum eine Kraftstoffeinspritzpumpe und einer Kraftstoffeinspritzstelle (8) an einer von der Kraftstoffeinspritzpumpe versorgten Brennkraftmaschine mit einem mit ei-

nem Ventilsitz (19) versehenen Ventilsitzkörper (14), der einen Durchgangskanal (20) aufweist, in dem ein Schließglied (21) des Druckventils (1) geführt ist, das eine Dichtfläche (25) aufweist, mit der es bei Schließstellung des Druckventils auf den sich an den Durchgangskanal (20) anschließenden Ventilsitz (19) durch eine sich ortsfest in einem auf der dem Pumpenarbeitsraum abgewandten Seite des Schließgliedes liegenden Federraum (28) abstützenden Druckfeder (26) gepreßt wird, das ferner einen Rücksaugbund (135) hat, der dicht im Durchgangskanal (20) verschiebbar ist, bei in Schließstellung befindlichem Schließglied dort eingetaucht ist und beim Öffnen des Druckventils federraumseitig aus dem Durchgangskanal (120) austaucht und mit einem Durchtrittsteil mit einem mit dem Durchmesser des Durchgangskanals angepaßten Steuerbund (36) an dessen Umfang eine sich über die gesamte Länge des Steuerbundes erstreckende Ausnehmung (38) befindet, die mit der Wand des Durchgangskanals (20) einen Durchgangsquerschnitt bildet, wobei der Steuerbund (36) unmittelbar an den Rücksaugbund (35) angrenzt und die Ausnehmung (38) mit einer den Durchgangskanal (20) federraumseitig begrenzenden Austrittskante (22) zusammen einen Verbindungsquerschnitt zwischen Pumpenarbeitsraum und Förderleitung (7) bildet und die Rückstellkraft zusammen mit dem Querschnitt des Durchgangskanals und dem Durchgangsquerschnitt so abgestimmt ist, daß mit zunehmender Kraftstofförderate der Verbindungsquerschnitt durch Verschiebung des Schließgliedes (21) entgegen der Kraft der Druckfeder (26) vergrößert wird, wobei der Verbindungsquerschnitt immer kleiner oder höchstens gleich groß bleibt wie der Durchgangsquerschnitt, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung wendelförmig verläuft und der Steuerbund sich über die gesamte, sich brennraumseitig an den Rücksaugbund anschließende Länge des Schließgliedes erstreckt.

2. Druckventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchgangsquerschnitt (38) ungefähr gleich groß ist wie der Querschnitt der Förderleitung.

3. Druckventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (421) einen federraumseitigen Kopf (24) aufweist, an dem eine zum Durchgangskanal (20) weisende, vorzugsweise kegelförmig verlaufende Dichtfläche (25) ausgebildet ist, die auf einen entsprechend ausgebildeten Ventilsitz (19) am federraumseitigen Austritt des Durchgangskanals (20) durch eine Druckfeder (26) zur Anlage bringbar ist und ein in den Durchgangskanal (20) tauchendes zylindrisches Teil (431) aufweist, das auf der der Dichtfläche (25) zugewandten Seite den Rücksaugbund (435) bildet und dessen andere, arbeitsraumseitig liegende Seite den Steuerbund (436) bildet, der zugleich Führungsteil des Schließgliedes ist.

4. Druckventil nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung als Anschliff ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

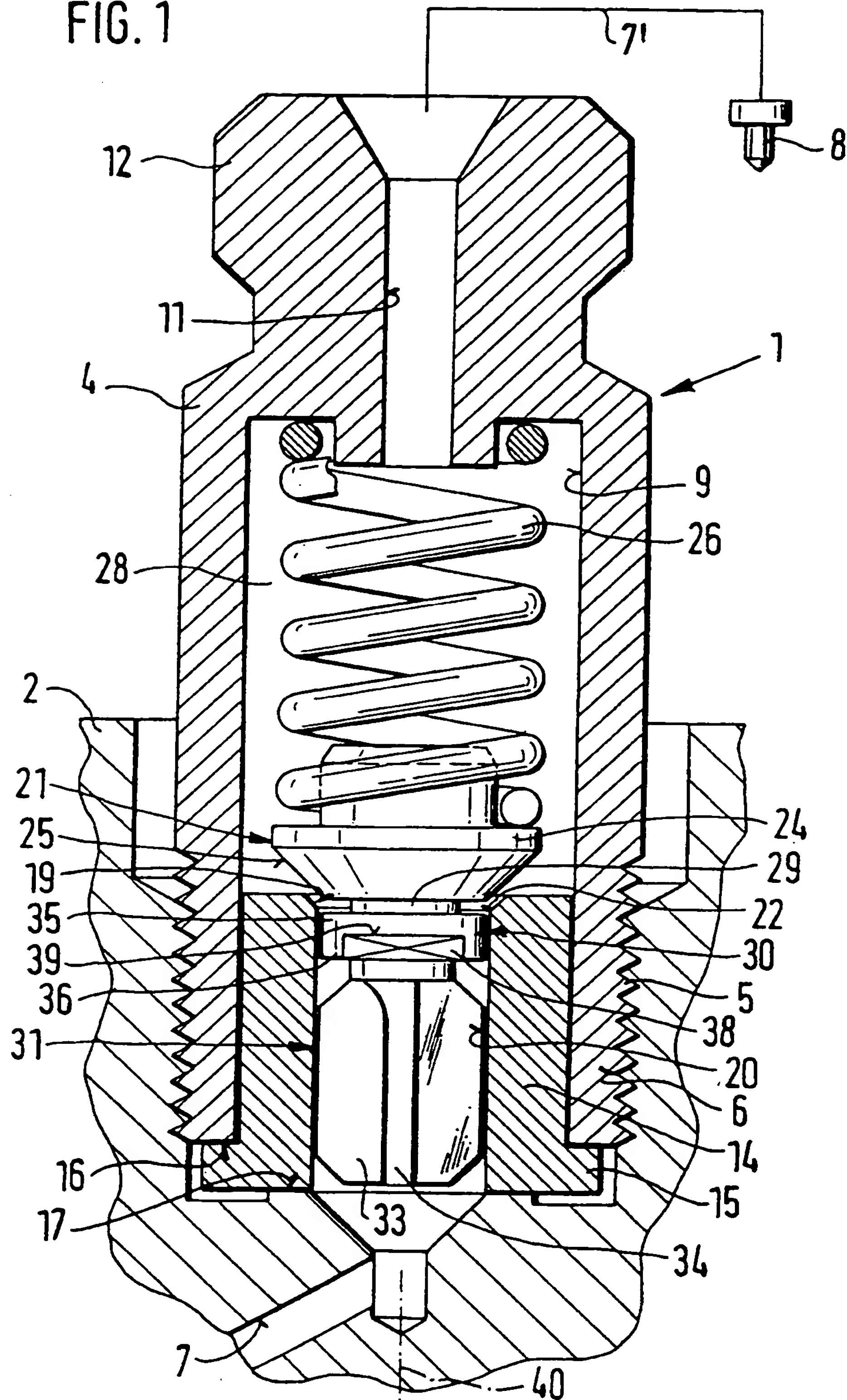


FIG. 2

